

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы электроснабжения электролампового завода

УДК 621.31.031:621.326

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Сербина Анастасия Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Евдокимов А. А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А.Г.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭПП	Сурков М.А.	к.т.н., доцент		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭПП

_____ Сурков
М.А. _____
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Сербиной Анастасии Юрьевне

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения электролампового завода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №969/с от 15.02.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Объектом исследования является кузнечный цех электролампового завода. В качестве исходных данных представлены:</p> <ul style="list-style-type: none"> - генеральный план завода; - план кузнечного цеха; - сведения об электрических нагрузках завода; - сведения об электрических нагрузках кузнечного цеха.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений</p>	<ul style="list-style-type: none"> - постановка задачи проектирования; - проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода;

мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	-детальное рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов; -обсуждение результатов выполненной работы; -разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; -разработка раздела «Социальная ответственность»; -заключение.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	- схема расположения ГПП и цеховых ТП с картограммой электрических нагрузок базы; - однолинейная схема внешнего электроснабжения базы; -однолинейная схема электроснабжения ремонтно-механического цеха - эпюры отклонений напряжения.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Потехина Нина Васильевна
«Социальная ответственность»	Дашковский Анатолий Григорьевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Евдокимов А. А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Сербина Анастасия Юрьевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Сербиной Анастасии Юрьевне

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определяется по средней стоимости по г. Томску. Заработанная плата в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ»: Руководитель – 26300 руб.; Инженер – 17000 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициент дополнительной заработной платы - 13%; Коэффициент доплат и надбавок - 15%; Накладные расходы - 16%; Премимальный коэффициент - 30%; Районный коэффициент - 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды - 27,1 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета проекта	Формирование плана и графика проекта: - Определение структур работ; - Определение трудоемкости работ; - Разработка диаграммы Ганта. Формирование бюджета затрат проекта.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта сравнения конкурентных решений
2. Матрица SWOT- анализа
3. График Ганта
4. Бюджет затрат НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Сербина Анастасия Юрьевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА»

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Сербиной Анастасии Юрьевне

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	Учебная лаборатория. Помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Помещение имеет как искусственный, так и естественный источник освещения.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» ФЗ от 03.07.2016 N301-ФЗ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная санитария Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	Основными вредными факторами, оказывающими действие на рабочее место диспетчера являются шум, освещение, электромагнитное излучение, несоответствие параметров микроклимата
2. Производственная безопасность Анализ выявленных опасных факторов проектируемой среды	В качестве основных выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды была выбрана электробезопасность.
3. Экологическая безопасность – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	Описание выбросов, сбросов, твердых отходов рабочего места.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Наиболее вероятным ЧС в здании может быть пожар в здании
5. Организационные вопросы обеспечения безопасности	- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: Эргономические требования к рабочему месту Социальное страхование работника.

Перечень графического материала:

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А.Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Сербина Анастасия Юрьевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа включает в себя 129 страниц, 19 рисунков, 73 таблицу, 23 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: система электроснабжения завода и кузнечного цеха, метод коэффициента расчетной мощности, картограмма нагрузок завода, выбор силовых трансформаторов, компенсация реактивной мощности, расчетная нагрузка, проверка оборудования, расчет токов короткого замыкания, карта селективности, однолинейная схема кузнечного цеха, финансовый менеджмент, социальная ответственность.

Объектом исследования выступает кузнечный цех электролампового завода.

Цели работы: разработка системы электроснабжения электролампового завода и обоснование принятых решений с экономической точки зрения.

В процессе выполнения данной работы на основе исходных данных поэтапно был произведен расчет нагрузок электролампового завода и кузнечного цеха, было выбрано высоковольтное и низковольтное электрооборудование, проведены проверки выбранного оборудования в различных режимах работы.

В результате проведенного исследования была спроектирована система электроснабжения кузнечного цеха электролампового завода, были рассчитаны затраты и экономическая целесообразность, а также безопасность для окружающей среды.

Основные технико-эксплуатационные, технологические и конструктивные характеристики: исследуемый электроламповый завод состоит из 11 цехов; напряжение питающей линии составило 35 кВ; распределительная сеть по предприятию составляет 10кВ, а рабочее напряжение внутри цехов 0,4 кВ; схема снабжения внутривозводской сети – радиальная. Область применения: предприятие электротехнической промышленности с нормальной и жаркой средой в производственных помещениях.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 Объект и методы исследования	13
1.1 Исходные данные.....	13
1.2 Характеристика среды производственных помещений завода.....	15
2 Расчет и аналитика	18
1.1 Выбор схемы электроснабжения кузнечного цеха.....	18
2.2 Расчет нагрузок кузнечного цеха	18
2.3 Определение расчетной нагрузки каждого цеха и предприятия в целом с учетом осветительной нагрузки	26
2.4 Картограмма и определение центра электрических нагрузок.....	29
2.5 Выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия	35
2.6 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций .	35
2.6.1 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых ТП напряжением 10/0,4 кВ.....	35
2.6.2 Компенсация реактивной мощности.....	40
2.6.3 Расчет потерь мощности в трансформаторах	47
2.7 Система внешнего электроснабжения	47
2.8 Схема внутризаводского электроснабжения.....	51
2.9 Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В	54
2.10 Выбор высоковольтного оборудования.....	58
2.11 Электроснабжение кузнечного цеха	70
2.11.1 Распределение приемников по пунктам питания	70
2.11.2 Выбор и проверка электрических аппаратов и токоведущих частей в сети до 1000 В	72
2.11.3 Выбор и проверка сечений линий в сети до 1000 В.....	77

2.11.4 Расчет питающей и распределительной сети по условиям допустимой потери напряжения. Построения эпюры отклонений напряжения	80
2.11.5 Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В.....	87
2.11.6 Построение карты селективности действия аппаратов защиты для участка цеховой сети	91
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	93
3.1 Анализ конкурентных технических решений.....	93
3.2 SWOT-анализ.....	95
3.3 Планирование научно-исследовательских работ	98
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	98
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения проекта.....	99
3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	103
3.4.1 Расчет материальных затрат	103
3.4.2 Расчет затрат на амортизацию специального оборудования для научных (экспериментальных) работ	103
3.5. Основная заработная плата исполнителей темы	104
3.6 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	105
3.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)....	106
3.8 Накладные расходы	106
3.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	107
3.10 Ресурсоэффективность	107
4 Социальная ответственность	110
4.1 Описание рабочего места	110
4.2 Анализ опасных и вредных факторов.....	111
4.3 Производственная санитария.....	111

4.3.1 Параметры микроклимата.....	111
4.3.2 Производственные шумы.....	114
4.3.3 Освещение	115
4.3.4 Электромагнитные поля.....	116
4.4 Производственная безопасность	117
4.4.1 Электробезопасность	117
4.4.2 Экологическая безопасность	119
4.4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	120
4.5. Организационные вопросы обеспечения безопасности.....	122
4.5.1 Эргономические требования к рабочему месту.....	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	125
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	127

ВВЕДЕНИЕ

В заданном курсовом проекте рассматривается электроснабжение электролампового завода в целом и кузнечного цеха в частности. В качестве исходных данных заданы генплан завода и генплан кузнечного цеха, установленные мощности всех цехов и установленные мощности электроприемников кузнечного цеха.

На данном заводе присутствуют нагрузки 2 и 3 категории по степени надежности электроснабжения. В состав завода входят цеха, каждый из которых выполняет свою роль, поставленную администрацией завода в соответствии с технологическим процессом. Производство продукции осуществляется посменно, большинство цехов работает в 2 смены по 8 часов каждая.

В данном курсовой проекте для решения поставленных целей нужно:

1. Рассчитать нагрузку кузнечного цеха.
2. Определить расчетные нагрузки завода в целом по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов, учитывая расчетную нагрузку освещения цехов и территории завода.
3. Построить картограмму электрических нагрузок для дальнейшего определения места положения главной питающей подстанции (ГПП) на территории завода.
4. Рассчитать схему внутризаводского электроснабжения, для чего нужно выбрать число и мощность цеховых трансформаторных подстанций (ЦТП), а также рассчитать потери в цеховых трансформаторных подстанциях (ТП) и кабельных линий.
5. Скомпенсировать реактивную мощность.
6. Разработать схему внешнего электроснабжения, для чего нужно выбрать напряжения питающей сети на заводе, сечения проводов, мощности трансформаторов ГПП.

7. Рассчитать токи короткого замыкания (ТКЗ) в сети выше 1 кВ для проверки правильности выбора сечений проводников и выбора устройств защиты ЦТП.

8. Произвести разработку сети до 1 кВ, распределить потребителей по пунктам питания, выбрать распределительные пункты. Рассчитать ТКЗ в сети ниже 1 кВ, выбрать аппараты защиты. Построить карту селективности действия защитных аппаратов.

1 Объект и методы исследования

1.1 Исходные данные

Объектом исследования является электротехнический завод в целом и его кузнечный цех в частности. Исходными данными на проектирование являются генплан завода электротехнической промышленности (рисунок 1), сведения об электрических нагрузках завода электротехнической промышленности (таблица 1), генплан кузнечного цеха и сведения об электрических нагрузках кузнечного цеха (рисунок 2, таблица 2).

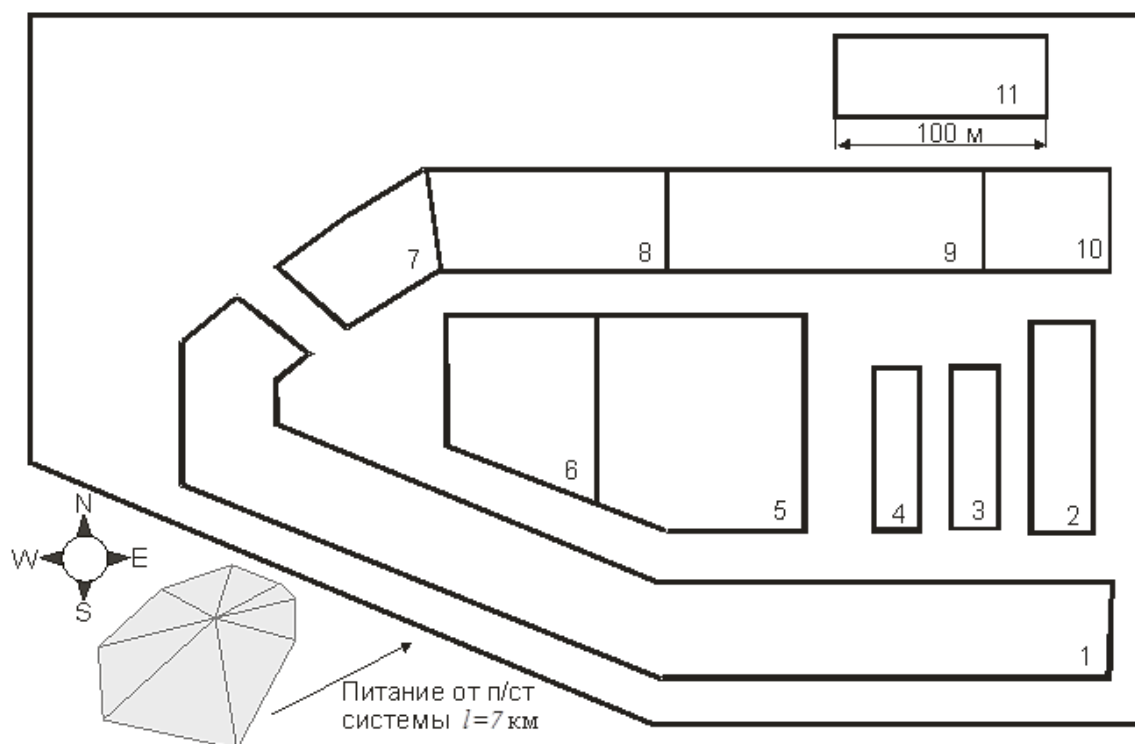


Рисунок 1 – Генплан завода электротехнической промышленности

Таблица 1 - Сведения об электрических нагрузках электролампового завода

№ на плане	Наименование цеха	Число смен	Уст. мощность, кВт
1	Главный корпус	3	500
2	Заводоуправление	1	100
3	Механический	2	520
4	Инструментальный	2	1100
5	Обмоточный	2	330
6	Лаборатория	2	120

Продолжение таблицы 1.

7	Кузнечный	2	-
8	Штамповочный	2	800
9	Сборочный	2	790
10	Литейный	2	700
11	Компрессорная	3	650
	10 кВ (СД) 0,38 кВ		50

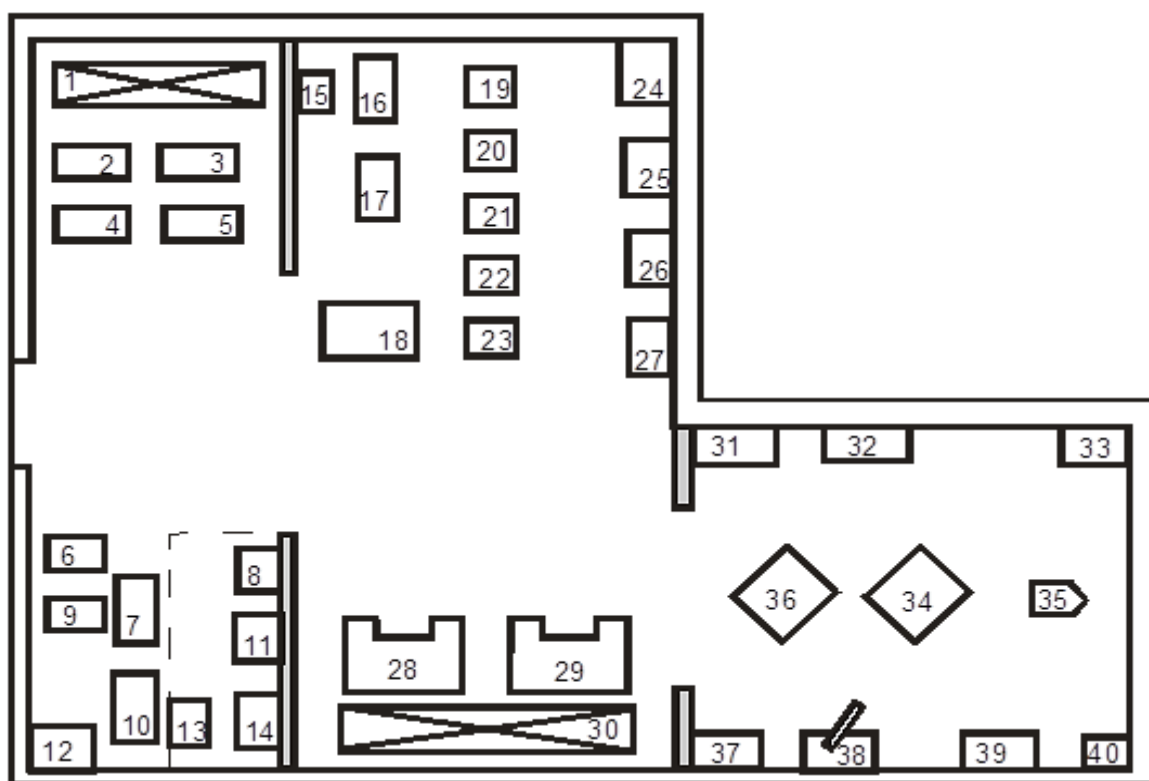


Рисунок 2 - План кузнечного цеха

Таблица 2 - Сведения об электрических нагрузках кузнечного цеха

№ на плане	Наименование электроприемника	Уст. мощность ЭП, кВт
1,30	Кран-балка ПВ=40%	15
18	Пресс	50
2-5	Фрезерный станок	10
6-8,10,11	Трубогибочный станок	30
9,26	Шлифовальный станок	14

Продолжение таблицы 2.

12-14,24	Сварочный трансформатор ПВ=25%	40
31	Вентилятор	2
15,27	Сушильный шкаф	8
16,17	Закалочная печь	20
19-23,25,34	Токарный станок	6
37	Сверлильный станок	11
28,29	Электрованна	60
32,36	Электромолот	40
38	Поворотный кран	5
33,40	Вентилятор горна	14
35	Обдирочный станок	14
39	Нагревательная плита	15

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Современная промышленность основывается не только на технической сущности реализации проекта, но и должна учитывать роль экономических составляющих: эффективность и выгоду, привлекательность на рынке продаж, коммерческий потенциал и ресурсоэффективность. Научно-технические исследования должны быть направлены на увеличение эффективности использования проекта, увеличения сроков его эксплуатации, упрощения обслуживания и повышения ремонтпригодности.

Целью данного раздела является определение и обоснование целесообразности разработки заданного технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, рассмотрение планово-временных и материальных показателей процесса проектирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решение задач:

- Анализ конкурентных технических решений;
- SWOT-анализ работы и эксплуатации кузнечного цеха электролампового завода;
- Планирование технико-конструкторских работ;
- Формирование бюджета затрат;
- Определение ресурсосберегающей эффективности проекта.

3.1 Анализ конкурентных технических решений

В данном разделе производится анализ конкурентных технических решений, которые могут применяться при проектировании схемы электроснабжения кузнечного цеха предприятия. Такой анализ лучше всего проводить с помощью оценочной карты для возможных вариантов схем электроснабжения цеховых сетей систем 3-х фазного тока напряжением до 1000 В: радиальной; магистральной; смешанной сети.

Сравнение данных решений помогает определить наиболее конкурентоспособную схему электроснабжения, которая будет сочетать в себе оптимальные цену, качество и надежность.

Таблица 51 – Оценочная карта сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б1	Б2	Б3	К1	К2	К3
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Легкость монтажа	0,05	2	4	3	0,1	0,2	0,15
2. Надежность в работе	0,25	4	3	3	1,25	0,75	0,7
3. Безопасность	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,3
4. Энергоэкономичность	0,1	3	5	2	0,3	0,5	0,2
5. Уровень материалоемкости	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,2
7. Ремонтопригодность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена установки	0,2	4	2	3	0,8	0,4	0,6
2. Стоимость обслуживания и затраты на монтаж	0,1	3	4	1	0,3	0,4	0,1
3. Срок эксплуатации	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
Итого	1	31	35	25	4	3,5	2,8

Анализ конкурентных схем электроснабжения можно определить по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где B_i – вес показателя, выраженный в долях единицы;

B_i – балл i -го показателя;

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента.

Исходя из полученных результатов анализа получили, что радиальная сеть имеет наибольший балл по сравнению с другими конкурентными схемами ($K=4$). Данная схема обеспечивает должную надежность электроснабжения, безопасность в эксплуатации, удобное подключение оборудования, высокую энергоэффективность.

3.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ выступает как инструмент стратегического менеджмента, который представляет собой комплексное исследование технического проекта.

Применительно к проектируемой системе электроснабжения, SWOT-анализ поможет определить: сильные стороны и преимущества технического решения проекта, слабые стороны и уязвимости проекта, благоприятные возможности для его развития, риски и наиболее эффективные действия для защиты проекта от них.

При проведении SWOT-анализа необходимо составить матрицу SWOT, в нее вносятся сильные и слабые стороны проекта, угрозы и возможности.

Для удобного использования матрицы используются обозначения:

С – сильные стороны проекта, В – возможности,

Сл – слабые стороны проекта, У – угрозы.

На первом этапе описываются сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для реализации проекта, которые появляются в его внешней среде.

На втором этапе выявляются соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды, которые помогают выявить степень необходимости проведения стратегических решений.

Таблица 52 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
	<p>С1. Заявленная энергоэффективность и экономичность технологий;</p> <p>С2. Безопасность и надёжность во время работы;</p> <p>С3. Уменьшение затрат на ремонт оборудования;</p> <p>С4. Большой срок эксплуатации;</p> <p>С5. Использование современного оборудования</p> <p>С6.Актуальность проекта</p>	<p>Сл1. Высокая стоимость оборудования;</p> <p>Сл2. Нехватка квалифицированных производственных кадров;</p> <p>Сл3. Сложность ремонта некоторых частей оборудования.</p>
<p>В1. Улучшение технологий производства</p> <p>В2. Установка автоматизированной системы управления внутрицеховой структурой</p> <p>В3. Уменьшение таможенных пошлин на материалы и сырьё</p> <p>В4. Сотрудничество с зарубежными компаниями в области энергетики</p>	<p>- Имеется большой потенциал для получения высоких эксплуатационных свойств оборудования;</p> <p>- Оперативное решение производственных вопросов обеспечивает надежное электроснабжение потребителей.</p>	<p>- Увеличение числа высококвалифицированного персонала приведет к дополнительным затратам;</p> <p>- Необходимо не допускать аварийного выхода оборудования из строя, после которого потребуется ремонт;</p>

Продолжение таблицы 52.

У1. Несвоевременное финансирование со стороны государственного бюджета.	- Для предотвращения выхода из строя оборудования применяются аппараты, быстро реагирующие на аварийную ситуацию;	- Некоторое оборудование не подлежит ремонту и требует полной замены, что приведет к затратам;
У2. Введение дополнительных гос. требований к стандартизации и сертификации продукции	- Высокая конкуренция способствует повышению энергоэффективности и экономичности технологии.	- Импорт нового оборудования требует больших затрат;
У3. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования		- Дополнительные гос. требования требуют больших затрат;
У4. Высокий уровень развития конкуренции в технологии производства		- Все вышеприведенные угрозы и слабости приведут к отказу от проекта.

Из анализа видно, что сильных сторон у проекта больше, чем слабых. Проект имеет высокую энергоэффективность, повышенную безопасность производства и обслуживания, которые в свою очередь обеспечивают высокую производительность и экономичность технологического процесса, а также большой срок эксплуатации.

Среди слабых сторон можно выделить возможность затруднения ремонта отдельных частей электрооборудования, которая может привести к увеличению затрат на поставку данных частей.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе нужно определить, какие этапы работ выполняются в НТИ и распределяются между руководителем и инженером, устанавливается продолжительность их выполнения.

Таблица 53 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания (схем моделирования, проектирования)	Руковод.
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ	Инженер
	3	Выбор направления оптимизационной задачи	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руковод.
Теоретические исследования	5	Разработка вариантов проектирования	Инженер
	6	Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП и цеховых трансформаторов	Инженер
	7	Расчет схемы выше 1 кВ, выбор высоковольтного оборудования и его проверка	Инженер
	8	Выбор и проверка внутриводской линии и аппаратов защиты	Инженер
	9	Проверка по потере напряжения	Инженер
	10	Построение карты селективности	Инженер
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Руковод.

Продолжение таблицы 53.

Разработка технической документации	12	Оценка надежности полученных результатов	Руковод.
	13	Разработка принципиальной схемы электропитания	Инженер
	14	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер
Оформление отчёта по НИР	15	Составление пояснительной записки по проекту	Инженер

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения проекта

Трудовые затраты влияют на стоимость разработки. В данном разделе нужно определить трудоемкость работы инженера и руководителя и построить диаграмму Ганта.

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 54 – Временные показатели проекта

Название работы	Исполни- тель	Трудоёмкость работ (чел-дни)			Длит. работ в рабочих днях T_{pi}	Длит. работ в календ. днях T_{ki}
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		
Составление и утверждение технического задания (схем моделирования, проектирования)	Руковод.	1	2	1	1	1

Продолжение таблицы 54.

Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ	Инженер	2	3	2	2	3
Выбор направления оптимизационной задачи	Инженер	3	5	4	4	6
Календарное планирование работ	Руковод.	1	2	1	1	1
Разработка вариантов проектирования	Инженер	2	3	2	2	3
Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП и цеховых трансформаторов	Инженер	5	7	6	6	9
Расчет схемы выше 1 кВ, выбор высоковольтного оборудования и его проверка	Инженер	5	6	5	5	7
Выбор и проверка внутризаводской линии и аппаратов защиты	Инженер	2	4	3	3	4
Проверка по потере напряжения	Инженер	3	5	4	4	6
Построение карты селективности	Инженер	3	2	6	6	9
Оценка эффективности полученных результатов	Руковод.	3	4	3	3	4
Оценка надежности полученных результатов	Руковод.	3	4	3	3	4

Окончание таблицы 54.

Разработка принципиальной схемы электроснабжения	Инженер	3	5	4	4	6
Вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер	2	5	3	3	4
Составление пояснительной записки по проекту	Инженер	4	8	5	5	8
Итого		42	65	52	52	75

Ожидаемое значение трудоемкости:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 1 \text{ чел-дней};$$

Продолжительность работы в рабочих днях:

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{1}{1} = 1 \text{ день};$$

Коэффициент календарности:

- Для инженера

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,477;$$

- Для руководителя

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 67} = 1,22;$$

Продолжительность работы в календарных днях:

- Для инженера

$$T_{\kappa} = T_p \cdot k_{кал} = 1 \cdot 1,47 = 1,47 \approx 2 \text{ дня}.$$

- Для руководителя

$$T_{\kappa} = T_p \cdot k_{кал} = 1 \cdot 1,22 = 1,22 \approx 2 \text{ дня}.$$

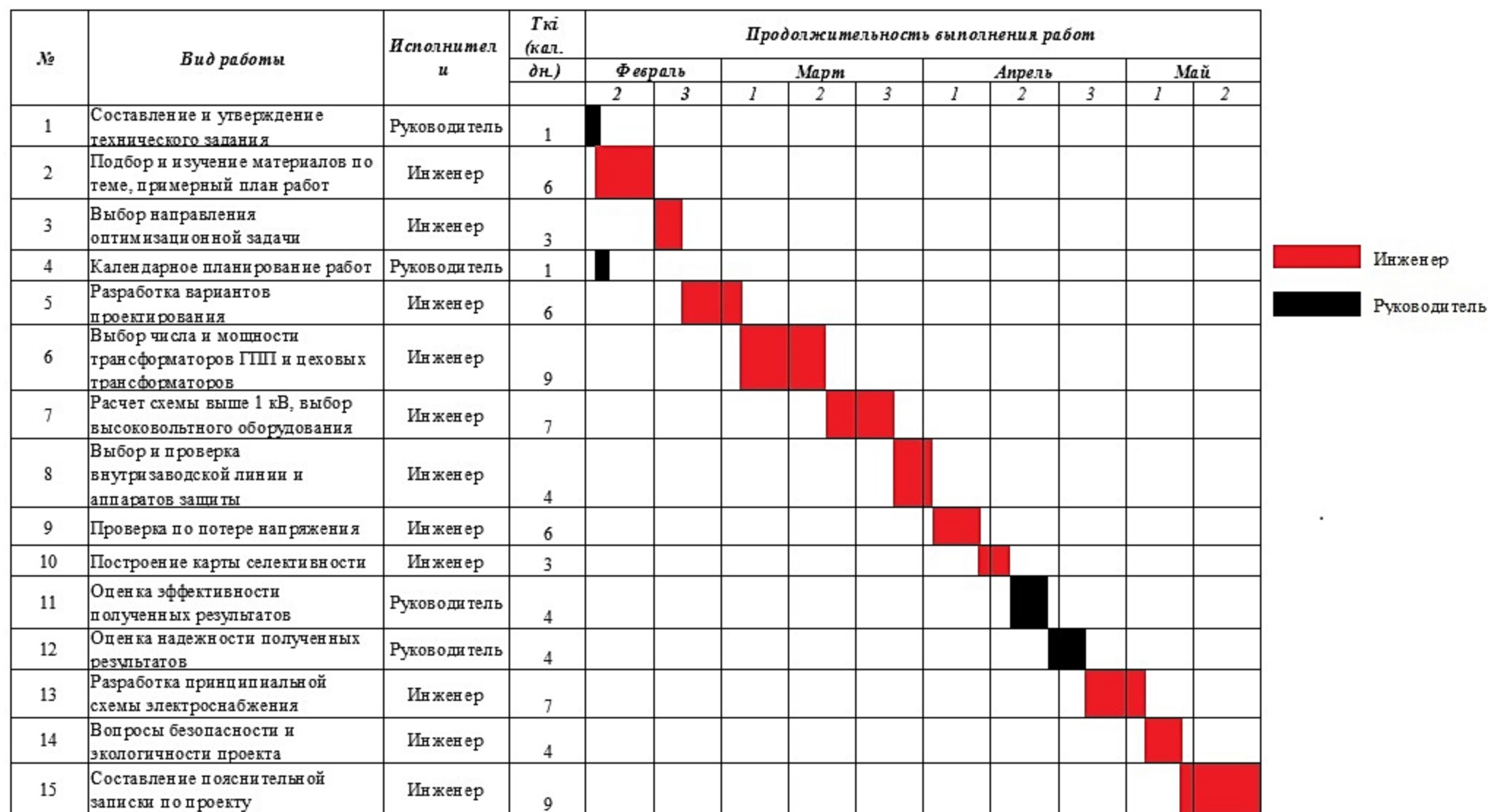


Рисунок 17 – График Ганта

3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.4.1 Расчет материальных затрат

При планировании бюджета исследования должны быть учтены все виды расходов, связанные с его выполнением.

Материальные затраты подразумевают дополнительные затраты на канцелярию, информационные носители, картриджи и т.д.

Таблица 55 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.,руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Карандаши	штук	1	8	8
Бумага	упаковка	1	275	275
Ручки	штук	3	17	51
скоросшиватель	штук	1	25	25
Калькулятор	штук	1	270	270
Итого:				629

3.4.2 Расчет затрат на амортизацию специального оборудования для научных (экспериментальных) работ

В данном пункте анализ необходимо провести для оборудования, необходимого для выполнения научного исследования. В нашем случае таким оборудованием является персональный компьютер.

В затраты на амортизацию включаем оборудование стоимость которого превышает 40 тыс.руб., таким образом на используемый нами персональный компьютер считаются затраты на амортизацию.

Таблица 56 – Затраты на оборудование

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на оборудование,
ПК	штук	1	43000	43000

$$A = \frac{\text{Стоимость} \cdot N_{\text{Дней использ}}}{\text{Срок службы} \cdot 365} = \frac{43000 \cdot 65}{3 \cdot 365} = 2552,5 \text{ руб.}$$

3.5. Основная заработная плата исполнителей темы

Основной заработной платой является вознаграждение за выполненную работу в соответствии с установленными нормами труда.

При расчете заработной платы исполнителей учитывается основная заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ и дополнительная заработная плата:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}},$$

$З_{\text{осн}}$ – основная заработанная плата

$З_{\text{доп}}$ - дополнительная заработанная плата

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

T_p - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

$З_{\text{м}}$ - месячный должностной оклад работника, руб.;

M - количество месяцев работы без отпуска в течение года ($M=11,2$ для пятидневной рабочей недели; для шестидневной рабочей недели $M=10,4$);

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (определяется за вычетом выходных, праздничных и больничных дней)

Месячный должностной оклад научно-технического работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p$$

$З_{\text{ТС}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент составляет 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{ТС}}$)

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент составляет 1,3 (для г. Томска).

Таблица 58 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс},$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м},$	$Z_{дн},$	$T_{р},$	$Z_{осн},$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2329,1	8	18632,8
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1776,5	44	78164,2
Итого $Z_{осн}$								96797

3.6. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительной заработной платой является вознаграждение за труд сверх установленной нормы, за трудовые успехи и за особые условия труда.

Руководитель:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 18632,8 = 2235,9 \text{ руб}$$

Инженер:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,12 \cdot 78164,2 = 9379,7 \text{ руб}$$

3.7. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам:

- государственное социальное страхование (ФСС);
- пенсионный фонд (ПФ);
- медицинское страхование (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

Руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (18632,8 + 2235,9) = 5655,4 \text{ руб}$$

Инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (78164,2 + 9379,7) = 23724,4 \text{ руб}$$

В 2017 году $k_{внеб} = 27,1\%$

3.8. Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов.

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}} + З_{\text{м}} + А) \cdot 0,16 = \\ = (96797 + 2235,9 + 9379,7 + 5655,4 + 23724,4 + 629 + 2552,5) \cdot 0,16 = 22555,8$$

Величина коэффициента накладных расходов берется в размере 16%.

3.9. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Полученная величина затрат НТИ является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку проекта.

Таблица 59 – Бюджет затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1	Материальные затраты НТИ	629	0,38
2	Амортизация	2552,5	1,56
2	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	96797	59,2
3	Затраты по доп. заработной плате исполнителей темы	11615,6	7,1
4	Отчисления во внебюджетные фонды	29379,8	17,96
5	Накладные расходы	22555,8	13,8
	Бюджет затрат НТИ	163529,7	100

3.10 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность научного исследования определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта

Таблица 60 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасная и надёжная эксплуатация	0,3	5
2. Материальные затраты	0,2	4
3. Энергоэффективность	0,2	4
3. Простота монтажа	0,15	3
5. Расход материала	0,15	3
Итого:	1	4

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 = 4$$

Проведенная оценка ресурсоэффективности научного исследования дает достаточно хороший результат (4 из 5), что свидетельствует об эффективности его реализации.

Выполняя данную часть выпускной квалификационной работы произведён анализ конкурентных технических решений, применяемых при проектировании схемы электроснабжения цеха предприятия. С учетом различных требований к схеме электроснабжения, наиболее конкурентоспособной является радиальная схема. Данный вид схемы обеспечивает нужную надежность электроснабжения, безопасность во время работы, а также высокую энергоэффективность.

С помощью SWOT-анализа были оценены сильные и слабые стороны проекта, угрозы и возможности развития. Далее было произведено календарное планирование работ при котором длительность работ составила 75 календарных дня, а также была определена их трудоемкость. На основе этих

данных смоделирована и построена диаграмма Ганта. Итоговые затраты на научно-исследовательский проект составили 163529,7 руб., при этом основная доля затрат приходится на выплату заработной платы участникам проекта.

На основе данного научно-исследовательского проекта может быть реализован и построен электроламповый завод, на котором будут использоваться новейшее оборудование и технологии. Таким образом, данный завод и изготавливаемая им продукция может конкурировать с уже существующими заводами данной продукции, а работа на нем будет электробезопасна и надежна для персонала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данного курсового проекта на тему «Проектирование системы электроснабжения электролампового завода» все поставленные цели были достигнуты.

В процессе расчета электрических нагрузок кузнечного цеха методом коэффициента расчетной мощности были рассчитаны: $I_p = 743,03$ А и $S_p = 489,1$ кВА. Методом коэффициента спроса найдена полная расчетная мощность завода с учетом высоковольтной нагрузки и освещения территории, а также полные расчетные мощности всех цехов завода.

По результатам полученных данных нагрузки по цехам завода была построена картограмма нагрузок, с помощью которой определен центр электрических нагрузок и место установки ГПП.

Было определено число и мощность цеховых силовых трансформаторов марки ТМ: 4х1000 кВА и 2х630 кВА. Питание цеховых трансформаторов выполнено кабельными линиями напряжением 10 кВ марки ААШв по радиальной схеме.

С помощью экономического сравнения вариантов компенсации реактивной мощности был выбран вариант компенсации реактивной мощности на напряжении 0,4 кВ непосредственно вблизи электроприёмников. Конденсаторные батареи 5×УКТ-0,38-150У3 присоединяем к сборным шинам НН ТП1 и 4×УКТ-0,38-150У3 к НН ТП3.

Питание предприятия осуществляется двухцепной воздушной линией напряжением 35 кВ от энергосистемы, выполненная проводом АС-70/11. На главной питающей подстанции устанавливаются два трансформатора ТМН - 4000/35 с целью обеспечения надежности электроснабжения потребителей второй категории.

В качестве схемы главной питающей подстанции выступает схема 4Н - два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий.

Питание к электроприемникам кузнечного цеха выполняется проводом марки АПВ сечением от 2,5 до 95 мм². В качестве защитной аппаратуры в сетях 0,4 кВ принимаются автоматические выключатели серии ВА.

По результатам расчетов потери напряжения были построены эпюры отклонений напряжения для максимального, минимального и послеаварийного режимов. Анализ эпюр показал, что во всех режимах отклонение напряжения не превышает максимально допустимого $\pm 5\%$.

По результатам расчета токов КЗ в сети 0,4 кВ построена карта селективности действия защитных аппаратов.